

Pengaruh Waktu Paparan UV terhadap Nilai Sudut Kontak Lapisan Polistiren(Ps)

Mira Setiana¹, Bangkit Ina Ferawati², Amalia Cemara Nur'aidha³
Universitas PGRI Yogyakarta
mirasetiana@upy.ac.id

ABSTRAK

Polistiren(Ps) merupakan bahan polimer yang banyak digunakan untuk aplikasi sensor karena sifat viskoelastiknya. Permukaan lapisan Ps yang bersifat hidrofilik sangat diperlukan dalam aplikasi sensor untuk cairan. Permukaan yang bersifat hidrofilik dapat diperoleh dengan memodifikasi permukaan lapisan Ps menggunakan paparan sinar UV. Pada penelitian ini, waktu penyinaran UV yang digunakan adalah selama 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Variasi waktu penyinaran UV bertujuan untuk mengetahui perubahan sifat permukaan Ps. Hidrofilisitas polimer terkait dengan berat molekul dan polaritas polimer. Hal ini dapat dianalisis dengan menggunakan karakterisasi nilai sudut kontak lapisan Ps. Karakterisasi lapisan Ps setelah dipapari sinar UV dilakukan dengan menganalisis perubahan nilai sudut kontak. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan didapatkan bahwa semakin lama penyinaran UV menyebabkan semakin rendahnya nilai sudut kontak lapisan Ps. Nilai sudut kontak paling rendah yang dihasilkan adalah sebesar $55,801^\circ \pm 0,0563^\circ$ setelah dipapari sinar UV selama 120 menit.

Kata kunci : *Polistiren, properti permukaan, radiasi UV*

ABSTRACT

Polystyrene(Ps) is a polymer material that is widely used for sensor applications due to its viscoelastic properties. Hydrophilic surface coatings are indispensable in sensor applications for liquids. A hydrophilic surface of Ps can be obtained by modifying the surface of the Ps layer using UV light exposure. In this study, the UV irradiation time used was 30 minutes, 60 minutes, 90 minutes, and 120 minutes. The time variation of UV irradiation aims to determine changes in the surface properties of Ps. The hydrophilicity of the polymer is related to the molecular weight and polarity of the polymer. This can be analyzed using the characterization of the contact angle values of the Ps coating. The characterization of the Ps layer after being exposed to UV light was carried out by analyzing the change in the contact angle value. Based on the experiments that have been carried out, it is found that the longer exposure to UV light causes the lower the contact angle value of the polystyrene layer. The lowest contact angle value produced was $55,801^\circ \pm 0,0563^\circ$ after being exposed to UV light for 120 minutes.

Keywords: *Polystyrene, surface property, UV-Irradiation*

PENDAHULUAN

Saat ini, teknologi lapisan tipis telah banyak digunakan untuk meningkatkan fungsionalitas material, terutama yang berhubungan dengan sensor. Bahan fungsional ini biasanya dilapiskan pada permukaan elektroda sebagai lapisan aktif sensor. Selain sebagai lapisan aktif, lapisan fungsional ini juga berperan dalam melindungi permukaan elektroda sensor dari kontaminasi unsur-unsur yang terdapat di udara bebas tanpa mengganggu prinsip kerja sensor. Material yang memenuhi karakteristik tersebut adalah material polimer, salah satunya adalah Polistiren(Ps)(Avossa et al. 2019; Bhadra et al. 2019).

Polistirena(Ps) merupakan polimer aromatik hidrokarbon sintetik yang terbuat dari monomer stirena sintetik yang transparan dengan sifat fisik dan termal yang baik serta relatif tahan terhadap degradasi(Begum, Rane, and Kanny 2019). Polistiren yang tidak diolah memiliki sifat non-polar atau hidrofobik(Setiana, Zafirah, and Sakti 2020). Untuk aplikasi biosensor khususnya untuk cairan, diperlukan

lapisan aktif dari sensor yang bersifat hidrofilik agar permukaan sensor dapat berinteraksi dengan cairan yang akan dideteksi(Murakami et al. 2003; Thormann et al. 2008). Sebagai lapisan aktif sensor, sifat permukaan polistiren harus dimodifikasi agar dapat digunakan sebagai lapisan aktif biosensor untuk cairan. Modifikasi permukaan polistiren dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti *corona removal, ozone treatment, chemical grafting, plasma*, dan *UV irradiation*(Jaganathan et al. 2015; Mielczarski et al. 2011; Murakami et al. 2003; Sakti et al. 2017; Sikandar Shah, Ahmad, and Ishaq 2017; Weibel et al. 2009; Zhang, Dougal, and Yeganeh 2000). Paparan radiasi ultraviolet (UV) dapat menyebabkan degradasi material yang signifikan. Radiasi sinar UV dapat menyebabkan degradasi akibat putusanya rantai polimer, menghasilkan radikal bebas, dan penurunan berat molekul, serta menyebabkan kerusakan sifat mekanik polimer(Yousif and Haddad 2013). Modifikasi permukaan menggunakan paparan sinar UV merupakan teknik yang mudah dan murah(Weibel et al.

2009). Polimer yang dipapari sinar UV dioksidasi untuk menghasilkan gugus polar seperti asam karboksilat (COOH-) atau gugus fungsi peroksida lainnya yang meningkatkan daya rekat poliolefin (Shin et al. 2016). Teknik paparan sinar UV diharapkan mampu mengubah lapisan polistirena yang semula hidrofobik menjadi hidrofilik (Sakti and Arinda 2019).

Dalam penelitian ini, sinar UV digunakan untuk memodifikasi sifat permukaan lapisan polistiren. Substrat yang digunakan adalah berupa *cover glass*. Waktu pemaparan UV bervariasi dari 0 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Pengukuran nilai sudut kontak pelapisan dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan UV untuk mengetahui perubahan sifat permukaan lapisan polistiren.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam percobaan ini meliputi: preparasi lapisan tipis Ps, preparasi substrat kaca, dan pengukuran sudut kontak.

Preparasi Lapisan Tipis Ps

Larutan Ps dibuat dengan melarutkan Ps (35 kDa) dalam toluena pada konsentrasi larutan 6%. Teknik pelapisan yang digunakan adalah spin coating, dengan volume larutan 50 L ditetaskan pada permukaan substrat kaca, dan diputar dengan kecepatan 3000 rpm selama 1 menit. Sampel yang telah dilapisi kemudian dianil pada suhu 100° C selama 1 jam.

Preparasi Substrat Kaca

Substrat kaca dimasukkan ke dalam larutan sabun dan kemudian dimasukkan ke dalam

ultrasonic cleaner untuk membersihkan substrat kaca dari kotoran. Kegiatan ini diulang sebanyak tiga kali selama 15 menit untuk setiap pengulangan. Setelah menggunakan larutan sabun, proses pencucian dilanjutkan dengan menggunakan alkohol 75%. Tahapan pencucian menggunakan alkohol sama dengan tahapan pencucian menggunakan larutan sabun. Terakhir, substrat kaca dikeringkan untuk menguapkan larutan yang digunakan.

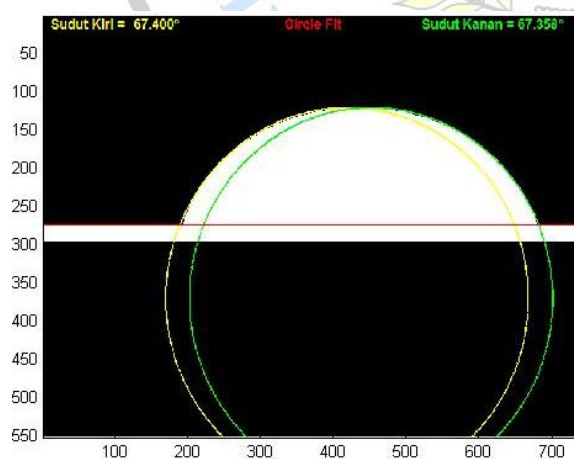
Pengukuran Nilai Sudut Kontak Lapisan Ps

Sudut kontak lapisan Ps sebelum dan sesudah dipapari sinar UV diukur menggunakan *Contact Angle Measurement System*. Selanjutnya dilakukan pengamatan hasil pengukuran nilai sudut kontak untuk lapisan Ps yang diberi perlakuan UV: 0 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit.

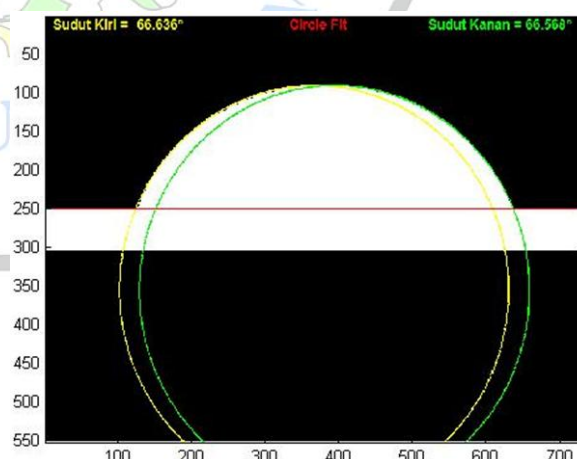
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

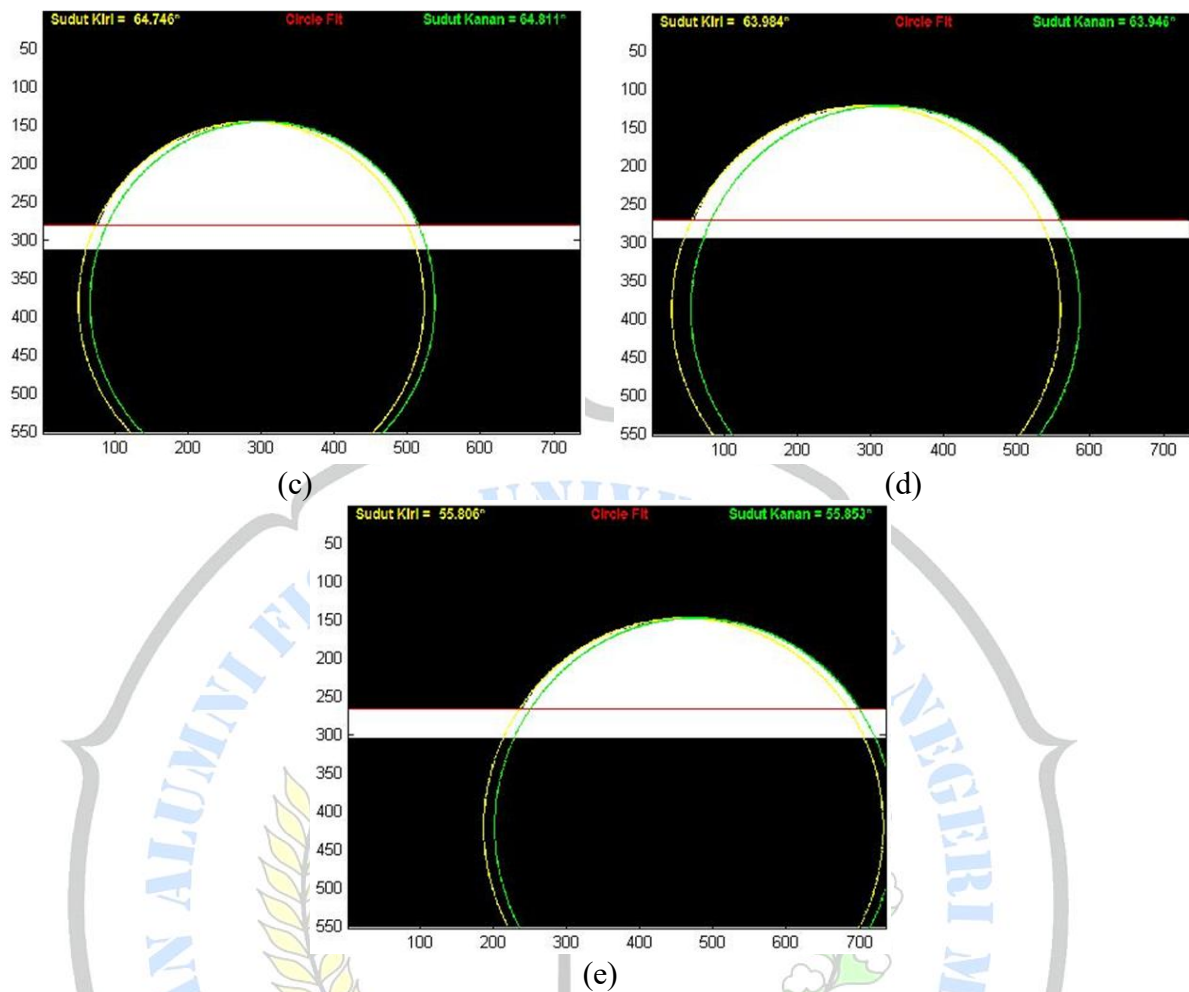
Data yang diperoleh dari hasil pengukuran nilai sudut kontak menggunakan *Contact Angle Measurement System* adalah berupa gambar yang disertai nilai sudut kontak pada sisi kanan dan sisi kirinya (gambar 1). Perbedaan nilai sudut kontak pada sisi kiri dan sisi kanan disebabkan oleh penempatan sampel yang kurang tepat pada meja pengamatan. Nilai sudut kontak yang baik, adalah nilai sudut kontak yang perbedaannya kecil antara nilai sudut kontak sisi kiri dan sisi kanan. Nilai sudut kontak yang dihasilkan pada penelitian ini, dapat dilihat dari data berikut.



(a)



(b)



Gambar 1. Hasil pengukuran nilai sudut kontak lapisan Ps: (a) 0 menit, (b) 30 menit, (c) 60 menit, (d) 90 menit, (e) 120 menit

Tabel 1. Hasil pengukuran menggunakan *Contact Angle Measurement System*

Waktu (menit)				
0	30	60	90	120
67.232 \pm 0.182 $^\circ$	66.464 \pm 0.260 $^\circ$	64.666 \pm 0.102 $^\circ$	63.724 \pm 0.212 $^\circ$	55.801 \pm 0.056 $^\circ$

Pembahasan

Polistiren(Ps) merupakan bahan polimer yang memiliki rumus kimia $(C_8H_8)_n$. Secara umum, polistiren bersifat non-polar atau hidrofobik. Sifat polistiren disebabkan oleh sifat dari unsur-unsur hidrokarbon yang terkandung di dalamnya. Korelasi antara waktu penyinaran UV terhadap perubahan nilai sudut kontak lapisan polistiren, dapat dibuktikan melalui perhitungan kovarian dan koefisien korelasi dari data yang dihasilkan. Nilai kovarian dari penelitian ini adalah -192,050. Dari hasil perhitungan kovarian tersebut mengindikasikan bahwa benar adanya korelasi antara variabel waktu paparan sinar UV terhadap variabel nilai sudut kontak lapisan polistiren hasil paparan sinar UV. Nilai kovarian tersebut juga

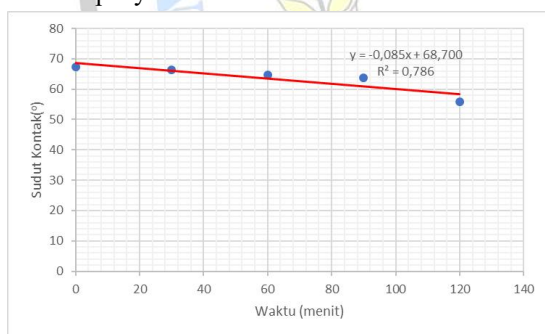
mengindikasikan bahwa korelasi antara waktu paparan sinar UV terhadap perubahan nilai sudut kontak lapisan polistiren hasil penyinaran UV adalah berbanding terbalik. Pernyataan ini diperkuat oleh hasil perhitungan koefisien korelasi yang telah dilakukan. Koefisien korelasi dari hasil perhitungan diperoleh sebesar -0,887. Nilai koefisien korelasi yang mendekati nilai -1 mengindikasikan bahwa adanya hubungan berbanding terbalik antara kedua variabel. Yaitu jika nilai salah satu variabel meningkat, maka nilai variabel lainnya akan turun.

Paparan sinar UV pada lapisan polistiren menyebabkan nilai sudut kontaknya menurun jika dibandingkan dengan nilai sudut kontak sebelum perlakuan UV(gambar 2). Semakin lama waktu paparan UV, maka nilai

sudut kontak lapisan polistiren akan semakin turun (semakin hidrofilik). Hal ini dapat dibuktikan dengan sebaran data yang membentuk pola garis linier dengan nilai $R^2 \approx 1$

Berdasarkan data pada tabel 1 dapat dianalisis sebagai berikut. Penurunan nilai sudut kontak yang signifikan terjadi pada paparan sinar UV 0-60 menit. Sedangkan penurunan nilai sudut kontak terbesar terjadi pada paparan sinar UV 120 menit. Penurunan nilai sudut kontak disebabkan oleh putusannya ikatan rantai polimer akibat tumbukan foton dari sinar UV, sehingga berat molekul lapisan polistiren menurun. Semakin sedikit ikatan C-H pada rantai polimer polistiren, mengindikasikan bahwa semakin sedikit jumlah senyawa non-polar pada permukaan polistiren. Sehingga gaya adhesi antara substrat *cover glass* dengan air yang ditetaskan akan semakin besar. Gaya adhesi ini berkaitan dengan ikatan atau interaksi antara molekul air dengan unsur-unsur yang terkandung dalam *cover glass* yang keduanya bersifat polar. Sehingga ketika sampel ditetesi air, air cenderung tertarik ke permukaan *cover glass* dan menghasilkan nilai sudut kontak yang lebih kecil dibandingkan dengan kondisi sebelum perlakuan UV.

Berdasarkan data pada tabel 1 dapat dibuat grafik hubungan waktu paparan sinar UV terhadap nilai sudut kontak lapisan polistiren setelah penyinaran UV.



Gambar 2. Grafik hubungan waktu paparan sinar UV terhadap perubahan nilai sudut kontak lapisan Ps

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa penurunan nilai sudut kontak terbesar terjadi pada paparan sinar UV 120 menit. Hal ini dikarenakan semakin lama terpapar sinar UV maka semakin panas suhu permukaan sampel sehingga semakin mudah untuk memutuskan ikatan rantai polimer polistiren. Selain reaksi fisika yang terjadi, juga terjadi reaksi kimia seperti adanya senyawa hidroksil dan karbonil pada rantai polistiren. Senyawa hidroksil dan karbonil merupakan senyawa kimia polar, sehingga lapisan polistiren pasca perlakuan cenderung lebih hidrofilik dibandingkan dengan

lapisan polistiren sebelum disinari UV. Nilai sudut kontak terendah lapisan polistiren setelah penyinaran UV adalah $55,801^\circ \pm 0,0563^\circ$.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diambil kesimpulan sebagai berikut. Paparan sinar UV dapat mengubah sifat polistiren menjadi lebih hidrofilik secara fisika dan kimia. Nilai sudut kontak substrat *cover glass* yang dilapisi lapisan polistiren dan di-coating dengan metode *spin coating* menunjukkan penurunan yang signifikan dengan bertambahnya waktu paparan sinar UV. Hidrofilisitas ini dapat dilihat dari nilai sudut kontak yang semakin menurun seiring dengan bertambahnya waktu paparan sinar UV. Perubahan nilai sudut kontak disebabkan oleh penurunan rantai hidrokarbon polistiren dan adanya senyawa karbonil dan hidroksil pada rantai polimer polistiren.

DAFTAR PUSTAKA

- Avossa, Joshua et al. 2019. "Electrospinning of Polystyrene/Polyhydroxybutyrate Nanofibers Doped with Porphyrin and Graphene for Chemiresistor Gas Sensors." *Nanomaterials* 9(2).
- Begum, Sabana Ara, Ajay Vasudeo Rane, and Krishnan Kanny. 2019. *Compatibilization of Polymer Blends: Micro and Nano Scale Phase Morphologies, Interphase Characterization, and Properties Applications of Compatibilized Polymer Blends in Automobile Industry*. Elsevier Inc. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-816006-0.00020-7>.
- Bhadra, Jolly et al. 2019. "Fabrication of Polyaniline-Graphene/Polystyrene Nanocomposites for Flexible Gas Sensors." *RSC Advances* 9(22): 12496–506.
- Jaganathan, Saravana Kumar et al. 2015. "Review: Radiation-Induced Surface Modification of Polymers for Biomaterial Application." *Journal of Materials Science* 50(5): 2007–18.
- Mielczarski, J. A., Y. L. Jeyachandran, E. Mielczarski, and B. Rai. 2011. "Modification of Polystyrene Surface in Aqueous Solutions." *Journal of Colloid and Interface Science* 362(2): 532–39. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcis.2011.05.008>.

- Murakami, Takuro N. et al. 2003. "Surface Modification of Polystyrene and Poly(Methyl Methacrylate) by Active Oxygen Treatment." *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 29(2-3): 171-79. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tsf.2009.03.204>.
- Sakti, Setyawan P., Layli Amaliya, Nike F. Khusnah, and Masruroh Masruroh. 2017. "Effect Of Uv Radiation Duration And Molecular Weight To Hydrophobicity And Surface Roughness Of Polystyrene Coating On QCM SENSOR." *Jurnal Teknologi* 79(3): 61-67. <https://jurnalteknologi.utm.my/index.php/jurnalteknologi/article/view/9961>.
- Sakti, Setyawan P., and Putri S. Arinda. 2019. "Effect of the Polystyrene Surface Hydrophobicity on QCM Sensor Resonance Frequency in Contact with Water-Glycerol Mixture." *Journal of Physics: Conference Series* 1153(1).
- Setiana, Mira, Tyas N. Zafirah, and Setyawan P. Sakti. 2020. "The Response of QCM Sensor Coated with Polystyrene in Contact with Potassium Chloride Solution." *Materials Today: Proceedings* (xxxx). <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.443>.
- Shin, Joongmin, Xiaojing Liu, Naveen Chikthimmah, and Youn Suk Lee. 2016. "Polymer Surface Modification Using UV Treatment for Attachment of Natamycin and the Potential Applications for Conventional Food Cling Wrap (LDPE)." *Applied Surface Science* 386: 276-84. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsusc.2016.05.158>.
- Sikandar Shah, Syed, Imtiaz Ahmad, and Muhammad Ishaq. 2017. "Degradation Study of Used Polystyrene with UV Irradiation." *Advanced Material Science* 2(3).
- Thormann, Esben, Adam C. Simonsen, Per L. Hansen, and Ole G. Mouritsen. 2008. "Interactions between a Polystyrene Particle and Hydrophilic and Hydrophobic Surfaces in Aqueous Solutions." *Langmuir* 24(14): 7278-84.
- Weibel, Daniel Eduardo et al. 2009. "Ultraviolet-Induced Surface Modification of Polyurethane Films in the Presence of Oxygen or Acrylic Acid Vapours." *Thin Solid Films* 517(18): 5489-95.
- Yousif, Emad, and Raghad Haddad. 2013. "Photodegradation and Photostabilization of Polymers, Especially Polystyrene: Review." *SpringerPlus* 2(1): 1-32.
- Zhang, D, S M Dougal, and M S Yeganeh. 2000. "Effects of UV Irradiation and Plasma Treatment on a Polystyrene Surface Studied" *Langmuir* (9): 4528-32. <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/la991353i%5Cnpapers://0bb92f14-cf85-4889-8969-bc9f5c4a5634/Paper/p6863>.